Zitteliana	20	Hagn/Herm-Festschrift	323–329	München, 31. 12. 1993	ISSN 0373-9627

Eine obereozäne Foraminiferenfauna aus dem südlichen Oberrhein-Graben

Von

WOLF OHMERT*)

Mit 2 Abbildungen und 1 Tafel

KURZFASSUNG

Eine reiche, vorwiegend pelagische, aber kleinwüchsige Foraminiferenfauna aus der Roten Leitschicht des oberrheinischen Kalibeckens ist in die höhere *semiinvoluta-/cerroazulensis cocaensis*-Zone des Obereozäns einzustufen. Die Korrelation mit mehr randlichen Profilen erweist, daß die Rote Leitschicht tatsächlich unter, nicht über dem Melanienkalk liegt, der nach Säugetierfunden dem Unteroligozän zugerechnet wird.

ABSTRACT

Abundant pelagic but dwarfish foraminifera near the base of the Rote Leitschicht from the potassium basin at the southern Oberrhein (SW-Germany) indicate an Upper Eocene age (higher *semiinvoluta/cerroazulensis cocaensis* Zone). The correlation with adjacent near-shore sections proves that the Rote Leitschicht is underlying the Lower Oligocene Melanienkalk with a mammal fauna containing *Palaeotherium magnum magnum*.

RESUMÉ

Une faune abondante à foraminifères planctoniques de petite taille a prouvé l'Éocène Supérieur (zone à *semiinvoluta/cerroazulensis cocaensis*) pour les couches rouges et conglomératiques dans le bassin potassique du fossé rhénan méridional. La corrélation avec des sondages voisins provenants du bord du bassin montre que les Calcaires à Mélanies sont en fait superposés sur ces couches rouges.

1. EINFÜHRUNG

Im älteren Tertiär des südlichen Oberrhein-Grabens hatte man bisher als einzige Anhaltspunkte für die Datierung einzelne Säugetiervorkommen und neuerdings Characeen-Faunen (SCHWARZ, im Druck). Um so überraschender war 1982 das Auftreten einer reichen marinen, vorwiegend pelagischen Foraminiferenfauna in der Bohrung Bremgarten 1, die durch die Aufmerksamkeit der Kollegen HARDER und HEINZMANN von der Firma Geodata entdeckt und geborgen wurde. In der Spülung war innerhalb einer eintönigen grauen und rötlichen Abfolge ein helles gelbliches Sediment aufgefallen, das abgeschöpft werden konnte. Eine Verunreinigung war auszuschließen. Bei der erneuten Durchteufung des fraglichen Bereichs nach einer technisch notwendig gewordenen Ablenkung der

*) Dr. WOLF OHMERT, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Albertstr. 5, D-79104 Freiburg. i. Br.

Bohrung wurde dieses Gestein nicht wieder angetroffen, so daß es sich um keinen durchgehenden Horizont, sondern nur um eine lokale Einlagerung handeln kann.

Das Material wird am Geologischen Landesamt Baden-Württemberg in Freiburg i. Br. aufbewahrt.

Für wichtige Hinweise, Diskussionen, Ausleihe privater Literatur oder Durchsicht der Fauna möchte ich den Herren Ch. Hemleben (Tübingen), A. von Hillebrandt (Berlin), L. Hottinger (Basel), H. J. Maus (Freiburg), C. Sittler (Straßburg) und D. H. Storch (Freiburg) danken. Die REM-Aufnahmen wurden von Herrn H. Hüttemann in Tübingen vorgenommen. Die Zeichnungen verdanke ich Herrn J. Crocoll (Freiburg).

2. DIE OBEREOZÄNE FORAMINIFERENFAUNA VON BREMGARTEN

2.1 PROFIL UND FUNDNIVEAU

Nach den Meletta-Schichten, Fisch-Schiefern und Foraminiferen-Mergeln des Rupel, gefolgt von der mächtigen Salzfolge der Pechelbronner-Schichten (Latdorf), durchteufte Bremgarten 1 ab 1795 m eine eintönige, vorwiegend mergelige Schichtfolge, ab 2045 m mit zunehmender Rotfärbung und

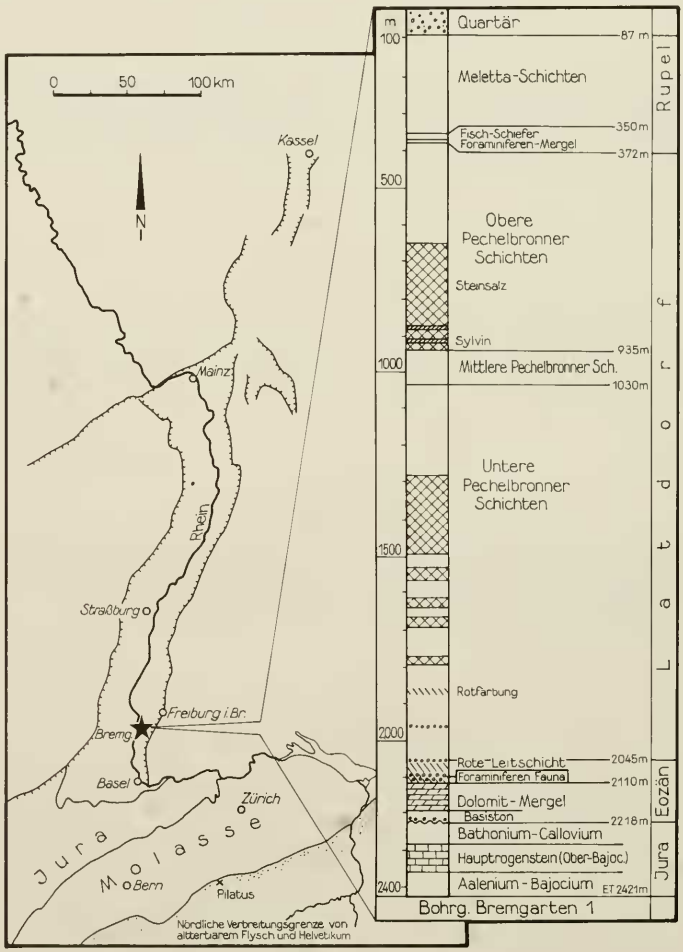


Abb. 1: Lage und Schichtfolge der Bohrung Bremgarten 1 (Legende s. Abb. 2).

konglomeratischen Einschaltungen (Abb. 1). Wenig über der Basis (2110 m) dieser Roten Leitschicht wurde bei 2100 m die Foraminiferenfauna erbohrt. Im Liegenden folgt bis ca. 2180 m eine dolomitische Zone mit grünlichen Tonsteinen, die den dolomitischen Mergeln der „Zone salifère inférieure" des elsäßischen Kalibeckens entsprechen dürfte. In die gipsführenden grünlichen Tonsteine des darunterliegenden Basistons sind Geröllchen von roten und grauen Tonsteinen und zwischen 2204 und 2212 m von Tuffen eingelagert, die einem mitteleozänen Vulkanismus zu Beginn der Grabenbildung zugeordnet werden (MAUS & SCHREINER 1983: 8 f.).

2.2 DAS AUSGANGSGESTEIN

Einige wenige Foraminiferen sitzen noch in kleinen Gesteinsbruchstücken. Es ist ein feinklastisches Sediment mit mergelig-kalkig verkitteten, wenig gerundeten Quarz- und Kalkkörnern. Die Korngröße entspricht etwa der der kleineren Foraminiferen. Die Kornbindung war so locker, daß die Fauna mit ganz wenigen Ausnahmen durch den Bohr- und Schlämmvorgang vollkommen freigelegt wurde. Die Packung der Foraminiferen im Sediment ist nicht sehr dicht, so daß eine größere Ausgangsmenge durchteuft worden sein muß. Zunächst (OHMERT & WERNER 1988: 99) wurde angenommen, das Ausgangsgestein sei als Geröll eingelagert worden, da in diesem Profilabschnitt auch kleine Jura-Gerölle nachgewiesen werden konnten. Wegen seiner geringen Festigkeit hätte das Ausgangsgestein aber einen Transport als Geröll gar nicht überstanden, und auch die Menge des Materials spricht gegen ein Geröll. Eher ist ein räumlich begrenzter Erosionsrest denkbar.

2.3 DIE FAUNA

Die Erhaltung ist unterschiedlich: Neben glasklaren Gehäusen liegen mehr oder minder stark abgerollte und umkristallisierte Stücke vor. Aufarbeitung ist durch einige ältere Faunenelemente dokumentiert. Unter anderem wurden 3 Globotruncanen nachgewiesen.

Plankton:

Globigerina officinalis SUBBOTINA
Globigerina praebulloides BLOW
Subbotina linaperta (FINLAY)
Globosubbotina eocaena (GUMBEL)
Neogloboquadrina angiporoides (HORNIBROOK)
Neogloboquadrina venezuelana (HEDBERG)
Globigerinella inaequispira (SUBBOTINA)
Globigerinoides sp.
Globigerinatheka index index (FINLAY)
Globigerinatheka index cf. *tropicalis* (BLOW & BANNER)
Globigerinatheka index rubriformis (SUBBOTINA)
Globigerinatheka semiinvoluta (KEIJZER)
Globigerinatheka subconglobata luterbacheri BOLLI
Turborotalia cerroazulensis cerroazulensis (COLE)
Turborotalia cerroazulensis cocaensis (CUSHMAN)
Turborotalia cerroazulensis pomeroli (TOUMARKINE & BOLLI)
Globoturborotalia ampliapertura (BOLLI)
Truncorotaloides cf. *carcoselleensis* (TOUMARKINE & BOLLI)
Pseudohastigerina micra (COLE)

Benthos:

Cyclammina acutidorsata (HANTKEN)
Semivulvulina guembeli (HAGN)
Quinqueloculina juleana D'ORBIGNY
Quinqueloculina ludwigi REUSS
Quinqueloculina cf. *ornatissima* KIESEL
Sigmoilopsis sp. [cf. *schlumbergeri* (SILVESTRI)]
Lenticulina limbata (BORNEMANN)
Turrilina alsatica ANDREAE
Bulimina alsatica CUSHMAN & PARKER
Reussella limbata (TERQUEM)
Uvigerina acutocostata (HAGN)
Uvigerina chirana CUSHMAN & STONE
Uvigerina cf. *germanica* (CUSHMAN & EDWARDS)
Uvigerina mexicana nuda GOHRBANDT
Uvigerinella sp. [cf. *tubulifera* (KAASSCHIETER)]
Bolivina antegressa dentata SAHAKJAN & GEZALJAN
Bolivina gracilis CUSHMAN & APPLIN
Bolivina cf. *molassicaformis* MEHRNUSCH
Bolivina vaceki SCHUBERT
Melonis cf. *affine* (REUSS)
Protelphidium buxovillanum (ANDREAE)
Cribrononion minutum (REUSS)
Elphidiella subnodosa minor (ELLERMANN)
Elphidium ex gr. *macellum* (FICHTEL & MOLL)
Pullenia quinqueloba (REUSS)
Pullenia sphaeroides (D'ORBIGNY)
Nodosarella cf. *multicostata* (GALLOWAY & MORREY)
Baggina cf. *lusitanica* KIESEL & LOTSCH
Eponides (?) cf. *kiliani* (ANDREAE)
Gyroidinoides girardanus (REUSS)
Alabamina tangentialis (CLODIUS)
Siphonina cf. *lamarckana* CUSHMAN
Siphonina sp. (cf. *praereticulata* KRAEVA)
Asterigerina bracteata CUSHMAN
Asterigerina brandhorstiana GRAMANN
Pararotalia cf. *audouini* (D'ORBIGNY)
Pararotalia cf. *germanica* (KIESEL)
Pararotalia lithothamnica crassa (KAPTARENKO-CERNOUSOVA & GOLJAK)
Pararotalia lithothamnica pinarensis (CUSHMAN & BERMUDEZ)
Pararotalia lithothamnica ssp. [cf. *lithothamnica* (UHLIG)]
Heterolepa dalmatina (VAN BELLEN)
Heterolepa eocaena (GUMBEL)
Cibicidoides pygmeus (HANTKEN)
Cibicidoides truncanus (GUMBEL)
Cibicidoides ungerianus (D'ORBIGNY)
Cibicides lobatulus (WALKER & JACOB)
Cibicides westi HOWE
Planulina compressa (HANTKEN)
Planulina costata (HANTKEN)
Falsoplanulina ammophila (GUMBEL)
Cassidulina cf. *carapitana* HEDBERG
Globocassidulina globosa (HANTKEN)

2.4 FAUNENCHARAKTER UND HERKUNFT

Die Fauna wurde mit Probenserien der obereozänen Stadschiefer aus dem Pilatus- und Schimbrig-Gebiet (ECKERT 1963) verglichen, aber auch mit gleichaltrigen Stockletten

Oberbayerns (HAGN et al. 1981) und mit Varignano/Südalpen (HAGN 1956). Gegenüber den alpinen Faunen zeichnet sich Bremgarten durch Kleinwüchsigkeit und den Mangel an Sandschalern und Nodosariiden aus, die nur mit wenigen Exemplaren vorkommen. Die Elphidien von Bremgarten, die den alpinen Faunen fehlen, weisen auf Flachwasserbedingungen hin (im Obereozän von Possagno erscheinen sie nach HERB 1984: Abb. 2 erst zuletzt in seiner flachsten Faunenzone 5, die als landnah bezeichnet wird). Zahlreiche Faunenelemente in Bremgarten, die von der Typ-Lokalität des Latdorf (NUGLISCH & SPIEGLER 1991) beschrieben wurden (etwa die Pararotalien) weisen ebenso auf randnahe Bildungsbedingungen hin. Auffallend ist das fast völlige Fehlen von Ostracoden, die nur mit einem einzigen Bruchstück von *Hemicyprideis* sp. vertreten sind, einer Gattung, die am Oberrhein ab der dolomitischen Zone unterhalb der Roten Leitschicht bekannt ist (STCHEPINSKY 1960: 31), nicht aber aus den alpinen Faunen. Das Benthos von Bremgarten hat also einen durchaus eigenständigen Charakter, der auf eine autochthone Entstehung hinweist.

Umgekehrt macht der reiche pelagische Faunenanteil (vor allem die Turborotalien und die Globigerinatheken) eine mindestens zeitweilige Meeresverbindung zum alpinen Raum wahrscheinlich. Nach SITTLER (1965: 201, 1988: 42) kam das Meer aus dem subalpinen Raum über eine kurzfristige Verbindung E der Becken von Laufen und Délémont. Erste autochthon-marine kleinwüchsige Foraminiferenfaunen ohne stratigraphischen Aussagewert sind schon aus dem tieferen Teil der liegenden Lymnäen-Mergel (= Dolomit-Mergel-Zone) bekannt (DOEBL & MALZ 1962: 381).

2.5 DAS ALTER

Bei den Unterarten von *Turborotalia cerroazulensis* sind nur *cocaensis* und die Nominatunterart häufiger, während die typische *pomeroli* nur noch selten vorkommt. Einige Exemplare von *cocaensis* zeigen bereits durch Bildung eines schmalen Kiels auf den letzten Kammern Übergänge zur Unterart *cunialensis* (Taf. 1, Fig. 3). Dieser Übergang erfolgt nach TOUMARKINE & BOLLI (1970: 145, 1975: 81) und TOUMARKINE (in BOLLI 1986: Abb. 2) im Grenzbereich *semiinvoluta-/cerroazulensis* s. l.-Zone. Die typische *cunialensis* des höchsten Obereozäns fehlt in Bremgarten noch. Auch *Globoturborotalia ampliapertura* bestätigt die Einstufung in den Grenzbereich *cocaensis-/cunialensis*-Zone (BAUMANN 1970, TOUMARKINE & BOLLI 1975).

Globigerinatheka semiinvoluta ist in Bremgarten nur mit relativ wenigen, fast kugeligen Gehäusen präsent. Sehr viel häufiger ist *Gl. index index*, die nach BOLLI (1972: 125 f.) und KING (1989: 442) in nördlicheren Breiten bis ins höchste Eozän hinaufreicht. Daneben tritt in Bremgarten *Gl. subconglobata luterbacheri* auf, die an ihrer Typlokalität (Looegg/Schweiz) ebenfalls mit *cocaensis* zusammen vorkommt.

Schwieriger ist die Einordnung in die Benthos-Zonierung des Nordwesteuropäischen Tertiärbeckens, zu dem der Rheingraben in VINKEN et al. (1988) gerechnet wird. Während keine der eozänen Leitformen von GRAMANN & DANIELS (in VINKEN et al. 1988: 147 f.) in Bremgarten vorkommt, sind mit *Cassidulina* cf. *carapitana* und *Turrilina alsatica* zwei von drei oligozänen Index-Arten vertreten. Beide sind in Bremgarten nicht häufig und *carapitana* auch nicht typisch. Dagegen wurden ganz typische *carapitana* in der *cocaensis*-Zone der obereozänen Stadschiefer von Looegg gefunden. *T. alsatica* wird von KING (1989: 482) schon aus dem Obereozän mit ? angegeben.

Eher ist eine Einstufung in die NSB 5C von KING (1989: 439) möglich, deren Index-Art *Planulina costata* aber auch noch im Oligozän des Unterinntals vorkommt (HAGN et al. 1981: 148).

2.6 STRATIGRAPHISCHE FOLGERUNGEN

Die Rote Leitschicht („couche rouge") wurde bisher gewöhnlich über dem Melanienkalk eingestuft, der aber nach seiner Säugerfauna von Mulhouse ins Unteroligozän gehört (TOBIEN in VINKEN et al. 1988: 396; in der zugehörigen Abb. 239 b liegt der Säugerhorizont aber in der „Zone salifère inférieure", die nach SITTLER & SCHULER in VINKEN et al. 1988: 43 dem Eozän angehört). Wie aus Abb. 2 ersichtlich, lagert der Melanienkalk in den mehr randlichen Bohrprofilen Schliengen 1001 und 1014 deutlich über der Roten Leitschicht, die sich in vergleichbarer Mächtigkeit bis ins Beckeninnere (Bremgarten) verfolgen läßt. In einem Exkursionsführer stellen auch SITTLER et al. (1985: 56) den Melanienkalk von Mulhouse eindeutig in die „Zone salifère moyenne" des Latdorf, während ihn SITTLER & SCHULER (in VINKEN et al. 1988) erneut dem Eozän zuordnen.

Tafel 1 Foraminiferen aus dem basalen Teil der Roten Leitschicht, Obereozän; Bohrung Bremgarten 1, 2100 m; Slg. GLA Freiburg Fm 52-72, REM-Träger 7866; Aufnahmen: H. HÜTTEMANN, Tübingen.

Fig. 1-3 *Turborotalia cerroazulensis cocaensis* (CUSHMAN), mit Übergängen zu *T. cerroazulensis cunialensis* (TOUMARKINE & BOLLI). - Fig. 3 besitzt einen schmalen Kiel auf den letzten Kammern (Fm 52-54).

Fig. 4-6 *Turborotalia cerroazulensis cerroazulensis* (COLE), mit Übergängen zu *cocaensis*. - (Fm 55-57).

Fig. 7-11 *Turborotalia cerroazulensis pomeroli* (TOUMARKINE & BOLLI), mit Übergängen zu *cerroazulensis cerroazulensis* (Fig. 7; Fm 59). Gehäuse mit 5 Kammern (Fig. 8; Fm 60), wie sie TOUMARKINE & BOLLI (1970: Taf. 1, Fig. 16-18) aus der *semiinvoluta*-Zone abbilden, sind häufiger als solche mit 3-4 Kammern (Fig. 9; Fm 61).

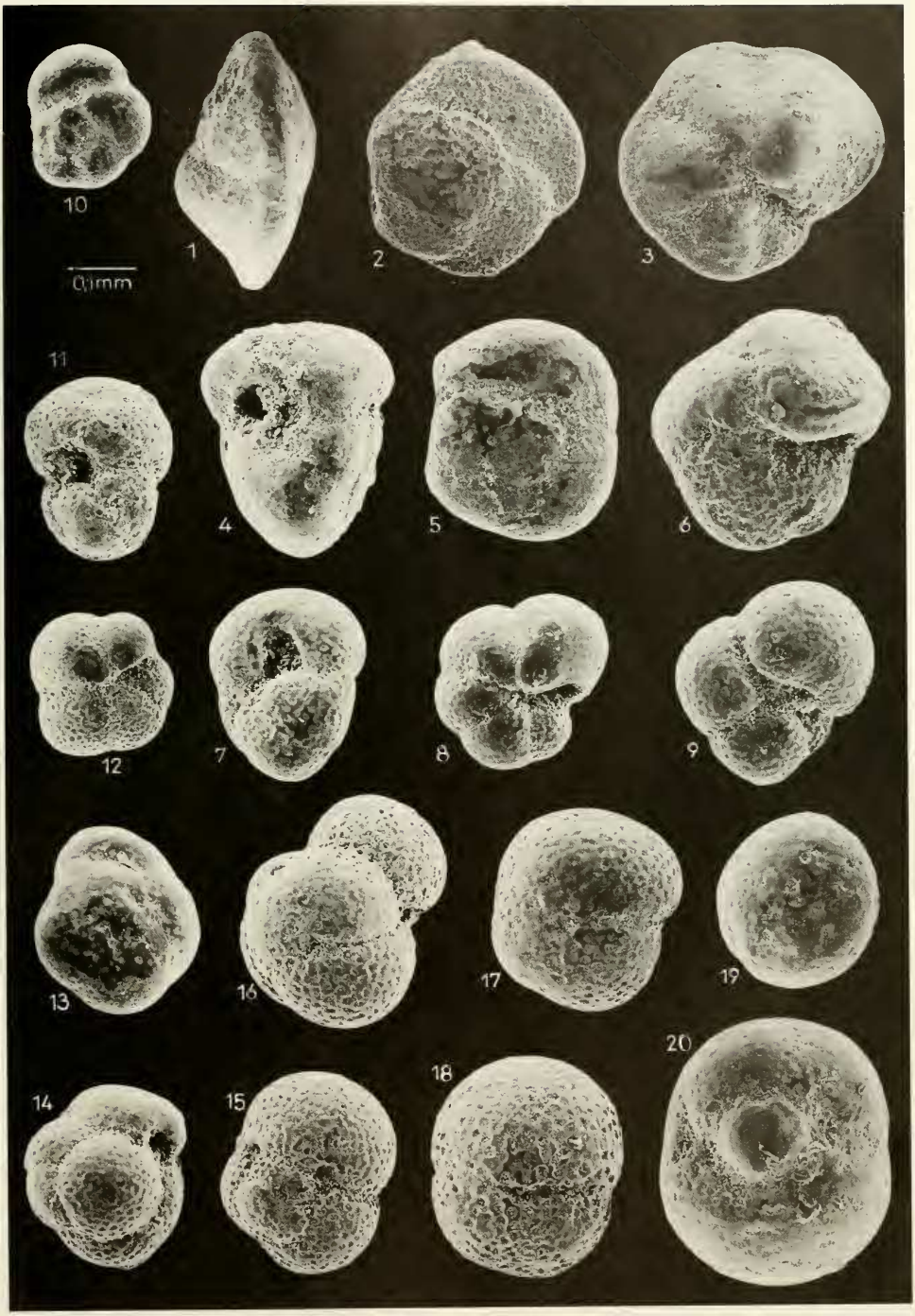
Fig. 12-13 *Truncorotaloides* cf. *carcoselleensis* (TOUMARKINE & BOLLI). - (FM 64-65).

Fig. 14 *Globigerinatheka index rubriformis* (SUBBOTINA). - Hauptmündung sichtbar, kleinere Mündung rückseitig (Fm 66).

Fig. 15 *Globigerinatheka index index* (FINLAY). - 2 kleinere Mündungen sichtbar, Spiralseite (Fm 67).

Fig. 16 *Globigerinatheka index* cf. *tropicalis* (BLOW & BANNER). - Hauptmündung rechts oben, kleinere Mündung rückseitig (Fm 68).

Fig. 17-20 *Globigerinatheka semiinvoluta* (KEIJZER). - Fig. 17 (Fm 69) mit großer Hauptmündung auf der Rückseite, zusätzliche suturale Mündungen. Fig. 18 (Fm 70) nur mit suturalen Mündungen. Fig. 19 (Fm 71) Kugeliges Gehäuse mit kleinen Mündungen (vgl. BOLLI 1972: Taf. 5, Fig. 4, 5, 11). Fig. 20 (Fm 72) Fast kugeliges Gehäuse mit 2 Mündungen und Bulla.



OHMERT, W.: Eine obereozäne Foraminiferenfauna

Tafel 1

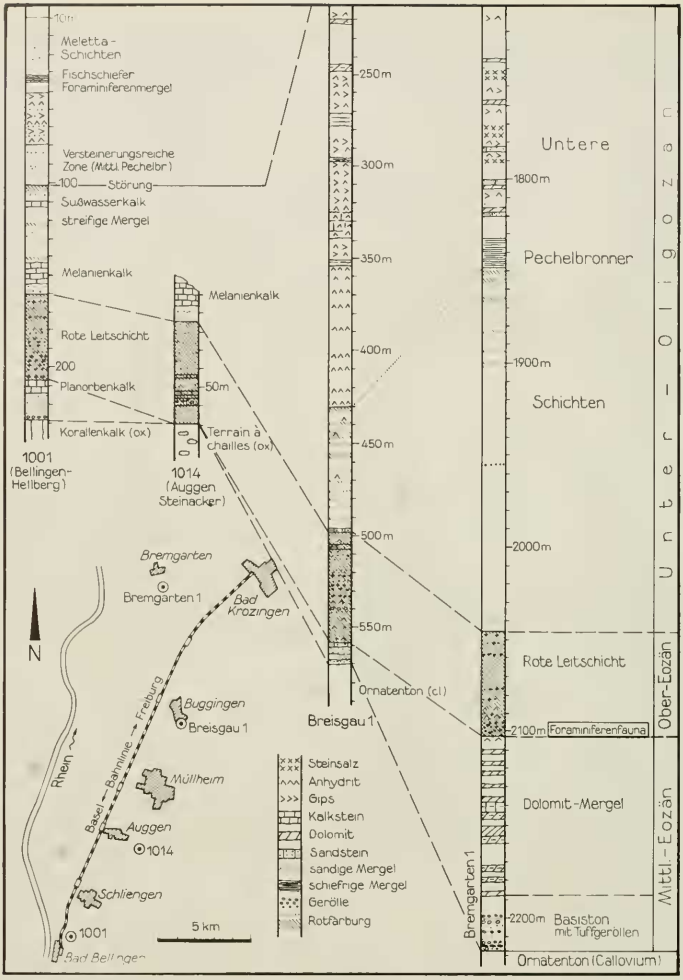


Abb. 2: Korrelation der eozänen/unteroligozänen Schichtfolge des Kali-Beckens (Bremgarten 1) mit den randnahen Bohrprofilen Schliengen 1001 und 1014. Die Rote Leitschicht ist gleichbleibend etwa 50-60 m mächtig und liegt unter dem Melanienkalk.

Die Deutsche Tertiär-Subkommission (MARTINI et al. 1986) definiert die Eozän/Oligozän-Grenze mit dem Einsatz der Nannoplankton-Zone NP21, der etwas vor der Grenze P17/P18 der Plankton-Foraminiferen liegt. Die Fauna von Bremgarten fällt noch in die tiefere P17 und damit sicher ins Obereozän. Bis zu einer weiteren Eingrenzung kann am Oberrhein das Oligozän daher erst mit dem Melanienkalk bzw. dessen Äquivalenten in den Unteren Pechelbronner Schichten beginnen. Die Mittleren Pechelbronner Schichten gehören dem Nannoplankton nach bereits in die Zone NP22 des höheren Latdorfs (MARTINI 1982: 34).

3. ZUSAMMENFASSUNG

Die überwiegend planktonische Foraminiferenfauna von Bremgarten wird als Erosionsrest einer kurzfristigen Meeres-Ingression aus dem Süden aufgefaßt, die in der höheren *semiinvoluta-*/ bzw. *cerroazulensis cocaensis*-Zone des Obereozäns (P17) stattfand. Sie hat ausgesprochen marginalen Flachwasser-Charakter, wodurch sich das Benthos deutlich von dem gleichaltriger Bildungen des alpinen Raums unterscheidet. Aus diesem Grund enthält das Benthos auch schon

viele Faunenelemente, die aus dem tieferen Oligozän bekannt sind. Da die Fundschicht, die Rote Leitschicht, in randlichen Bohrprofilen eindeutig unter dem unteroligozänen Melanienkalk liegt, entfällt der Widerspruch, der sich aus den meisten bisherigen stratigraphischen Tabellen ergeben würde.

SCHRIFTENVERZEICHNIS

BAUMANN, P. (1970): Mikropaläontologische und stratigraphische Untersuchungen der obereozänen-oligozänen Scaglia im zentralen Appennin (Italien). - Eclogae geol. Helv., 63 (3): 1133-1211, 27 Abb., 7 Taf.; Basel.

BOLLI, H. M. (1972): The genus *Globigerinatheka* BRONNIMAN. - Jour. Foram. Res., 2 (3): 109-136, 84 Abb., 7 Taf., Washington.

BOLLI, H. M. (1986): Evolutionary trends in planctonic foraminifera from early Cretaceous to recent, with special emphasis on selected Tertiary lineages. - Bull. Centr. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine, 10 (2): 565-577, 5 Abb., 3 Tab.; Pau.

DOEBL, F. & MALZ, H. (1962): Tertiär des Rheintal-Grabens. - In: SIMON et al., Leitfossilien der Mikropaläontologie, 379-398, Abb. 26-27, Tab. 22, Taf. 56-59; Berlin (Borntraeger).

ECKERT, H. R. (1963): Die obereozänen Globigerinen-Schiefer (Stad- und Schimbergschiefer) zwischen Pilatus und Schrattenfluh. - Eclogae geol. Helv., 56 (2): 1001-1072, 35 Abb., 7 Taf.; Basel.

HAGN, H. (1956): Geologische und paläontologische Untersuchungen im Tertiär des Monte Brione und seiner Umgebung (Gardasee, Ober-Italien). - Palaeontographica, A, 107: 67-210, 8 Abb., Taf. 7-18; Stuttgart.

HAGN, H., COSTA, L. I., HERM, D., HILLEBRANDT, A. VON, HOFLING, R., LINDENBERG, H. G., MALZ, H., MARTINI, E., MOUSSAVIAN, E., PERCH-NIELSEN, K., PFEIL, F. H., RISCH, H., SCHAUB, H., SCHMIDT, K., SCHROEDER, R., URLICHS, M., VOIGT, E., WEHNER, H., WEISS, W. & WITT, W. (1981): Die Bayerischen Alpen und ihr Vorland in mikropaläontologischer Sicht. - Geologica Bavarica, 82: 408 S., 70 Abb., 7 Tab., 13 Taf.; München.

HERB, R. (1984): Zur Paläobathymetrie eozäner benthonischer Foraminiferen. - Paläontol. Kursbücher, 2: 124-139, 10 Abb.; München.

KING, C. (1989): Cenozoic of the North Sea. - In: JENKINS, D. G. & MURRAY, J. W. (Hrsg.): Stratigraphical Atlas of fossil Foraminifera, 418-489, 14 Abb., 9 Taf.; Chichester (Ellis & Horwood).

MARTINI, E. (1982): Bestandsaufnahme des Nannoplankton im „präaquitanen" Tertiär des Mainzer Beckens. - Mainzer geowiss. Mitt., 10: 29-36, 1 Tab.; Mainz.

MARTINI, E., FAHLBUSCH, V. & HAGN, H. (1986): The Eocene/Oligocene boundary and the Latdorfian (Lower Oligocene). - Newsl. Stratigr., 17 (1): 37-43, 1 Tab.; Berlin, Stuttgart.

MAUS, H. & SCHREINER, A. (1983): Neue Karbonatit-Vorkommen im Rheingraben und im Hegau. - Jh. geol. Landesamt Baden-Wttbg., 25: 7-21, 10 Abb.; Freiburg i. Br.

NUGLISCH, K. & SPIEGLER, D. (1991): Die Foraminiferen der Typ-Lokalität Latdorf (Nord-Deutschland, Unter-Oligozän). - Geol. Jb., A, 128: 179-229, 2 Abb., 2 Tab., 14 Taf.; Hannover.

OHMERT, W. & WERNER, J. (1988): Geothermiebohrung Bremgarten 1. - In: BERTLEFF, B., JOACHIM, H., KOZIOROWSKI, G., LEIBER, J., OHMERT, W., PRESTEL, R., STOBER, I., STRAYLE, G., VILLINGER, E. & WERNER, J.: Ergebnisse der Hydrogeothermiebohrungen in Baden-Württemberg. - Jh. geol. Landesamt Baden-Wttbg., 30: 99-100, Abb. 30; Freiburg i. Br.

SITTLER, C. (1965): Le Paléogène des fossés rhénan et rhodanien. Études sédimentologiques et paléoclimatiques. - Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr., 24: 392 S., 102 Abb., 120 Tab.; Straßburg.

SITTLER, C., SONNE, V., SCHULER, M., DURINGER, P. & GEISSERT, F. (1985): Le tertiaire du fossé rhénan. - Exkursionsführer Univ. Louis Pasteur Strasbourg, Inst. Géol., 76 S.; Straßburg.

STCHEPINSKY, A. (1960): Étude des Ostracodes du Sannoisien de l'Alsace. - Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., 13 (1): 11-33, Taf. 1-3; Straßburg.

TOUMARKINE, M. & BOLLI, H. M. (1970): Évolution de *Globorotalia cerroazulensis* (COLE) dans l'Éocène moyen et supérieur de Possagno (Italie). - Rev. Micropaléont., 13 (3): 131-145, 7 Abb., 2 Taf.; Paris.

TOUMARKINE, M. & BOLLI, H. M. (1975): Foraminifères Planctoniques de l'Éocène Moyen et Supérieur de la Coupe de Possagno. - Schweiz. Paläont. Abh., 97: 69-83, 2 Abb., 6 Taf.; Basel.

VINKEN, R., DANIELS, C. H. VON, GRAMANN, F., KOTHE, A., KNOX, R. W. O'B., KOCKEL, F., MEYER, K.-J. & WEISS, W. (1988): The Northwest European Tertiary Basin. - Geol. Jb., A, 100: 508 S., 267 Abb., 3 Tab., 7 Kart.; Hannover.